

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



57243

31

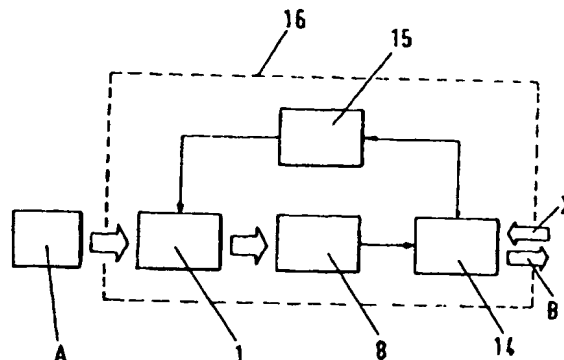
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶: G02B 3/14, 26/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/36193 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Oktober 1997 (02.10.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00681 (22) Internationales Anmeldedatum: 25. März 1997 (25.03.97) (30) Prioritätsdaten: 196 13 709.8 26. März 1996 (26.03.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-40213 Düsseldorf (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIDL, Andreas [DE/DE]; Elsässer Strasse 32, D-81667 München (DE). (74) Anwälte: PRESTING, H.-J. usw.; Hohenzollerndamm 89, D- 14199 Berlin (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i>	

(54) Title: OPTO-ELECTRONIC IMAGING SYSTEM FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES ABBILDUNGSSYSTEM FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

(57) Abstract

The invention relates to an opto-electronic imaging system for industrial applications with at least two spatially separated optical lenses (1, 2) and an electronic image sensor (8); the image sharpness on the image sensor (8) and the image scale (zoom) can be set mechanically by a control unit. It is proposed that: the (at least two) lenses should be flexible lenses (1) whose surface convexity can be controlled and reversibly altered by an externally applied force (actuating drive 15), and which are fixed relative to one another along the optical axis; the image sensor (8) is linked by signal connections to a data processing device (14) which in turn is linked by signal connections to the actuator drive (15) which acts on the flexible lenses (1) and delivers signals for an autofocus function; the data processing device (14) has a storage device in which are saved values for controlling the actuator drive (15) for altering the focal lengths of the flexible lenses (1) in the zoom function; and the flexible lenses (1) together with the actuator drive (15), image sensor (8) and data processing device (14) form a compact unit (16).



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Abbildungssystem für industrielle Anwendungen mit mindestens zwei voneinander beabstandeten optischen Linsen (1, 2) und einem elektronischen Bildsensor (8), wobei die Abbildungsschärfe auf dem Bildsensor (8) und der Abbildungsmaßstab (Zoom) durch eine Steuereinheit maschinell einstellbar sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die mindestens zwei Linsen als flexible Linsen (1), deren Oberflächenwölbung durch von außen initiierte Kräfteinwirkung (Aktorik 15) kontrolliert und reversibel veränderbar ist, ausgebildet und in Richtung der optischen Achse zueinander unverschieblich angeordnet sind, daß der Bildsensor (8) signaltechnisch mit einer Datenverarbeitungseinrichtung (14) verbunden ist, die ihrerseits signaltechnisch mit der Aktorik (15) der flexiblen Linsen (1) verbunden ist und Signale für eine Autofokus-Funktion liefert, daß die Datenverarbeitungseinrichtung (14) eine Speichereinrichtung aufweist, in der Werte für die Einstellung der Aktorik (15) zur Veränderung der Brennweiten der flexiblen Linsen (1) im Sinne der Zoom-Funktion hinterlegt sind, und daß die flexiblen Linsen (1) zusammen mit der Aktorik (15), dem Bildsensor (8) und der Datenverarbeitungseinrichtung (14) eine kompakte geräte technische Einheit (16) bilden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

Optoelektronisches Abbildungssystem für industrielle Anwendungen

10 Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Abbildungssystem für industrielle Anwendungen mit mindestens zwei voneinander beabstandeten optischen Linsen und einem elektronischen Bildsensor, wobei die Abbildungsschärfe auf dem Bildsensor und der Abbildungsmaßstab (Zoom) durch eine Steuereinheit maschinell einstellbar sind.

15 Derartige Abbildungssysteme sind in jeder Videokamera enthalten. Das Objektiv einer solchen Kamera ist im Regelfall mit einer Einrichtung zur manuellen und automatischen Scharfstellung (Autofokus) sowie zur motorischen Veränderung des Abbildungsmaßstabes ausgerüstet. Die optischen Linsen des Objektivs sind aus massiven Glaskörpern gebildet. Um die Scharfstellung und das Zoomen zu
20 ermöglichen, werden die axialen Abstände der einzelnen Linsen oder Linsengruppen im Objektiv entlang der optischen Achse mittels eines Elektroantriebs zueinander verändert. Der Aufwand hierfür ist nicht nur hinsichtlich der feinmechanischen Antriebstechnik, sondern auch hinsichtlich des Platzbedarfs für das Objektiv (Bauvolumen) beträchtlich. Zur Bereitstellung der Meßwerte für die Zoom-Funktion
25 kommen üblicherweise Infrarot-Sensoren zum Einsatz.

Insbesondere für industrielle Anwendungen ist man daran interessiert, möglichst kleine und billig herstellbare Geräte zur Verfügung zu haben. Diese können beispielsweise in der Sicherheitstechnik und in der Prozeßleittechnik zum Schutz von Anlagen oder zur
30 Beobachtung von Prozessen Verwendung finden. Auch für transporttechnische sowie verkehrstechnische und fertigungstechnische Aufgaben (z.B. Montage) sind optoelektronische Abbildungssysteme von großem Interesse. Für viele Anwendungsfälle sind dabei die Anforderungen an die Exaktheit der Bildwiedergabe und das Auflösungsvermögen geringer, als dies beispielsweise bei handelsüblichen
35 Foto- und Videogeräten der Fall ist.

5 S it vielen Jahren ist es bekannt, daß Möglichkeiten zur Herstellung von optischen
Linsen gegeben sind, deren Brennweite durch flexible Verformung des Linsenkörpers,
also durch Veränderung der Oberflächenwölbungen veränderbar sind. Beispielsweise
10 offenbart die US 3 161 718 eine flexible Linse, die aus zwei unmittelbar
aneinandergelegten und lediglich durch eine lichtdurchlässige Scheibe voneinander
getrennten Hohlkörpern besteht. Die Außenoberflächen der beiden Hohlkörper werden
jeweils durch eine lichtdurchlässige flexible Membran gebildet. Das Innere der beiden
Hohlkörper ist mit einer wiederum lichtdurchlässigen Flüssigkeit gefüllt. Durch
15 Vergrößerung oder Verkleinerung des Flüssigkeitsfüllvolumens ergeben sich unter
Berücksichtigung des von außen auf die Membranoberfläche einwirkenden
Umgebungsdrucks unterschiedliche Wölbungen der Oberflächen und damit
unterschiedliche Brennweiten der Linse. Zur weiteren Beeinflussung der
Wölbungsform ist in dieser Schrift eine Anordnung beschrieben, durch die die
20 Vorspannung der Membranwände unabhängig vom Druck der Flüssigkeitsfüllung
verändert werden kann.

 Aus der GB 1 209 234 ist ein als Brille konzipiertes Gerät bekannt, deren Brillengläser
in Form von flexiblen Linsen ausgebildet sind, die wiederum durch Veränderung ihrer
25 Flüssigkeitsfüllung eine variable Brennweite besitzen. Weiterhin ist in der
Veröffentlichung „Silicone rubber applied within the eye: a preliminary study“ aus
Applied Optics, 1. May 1979, Vol. 18, No. 9, Seite 1305 bis 1310, die Möglichkeit für
einen medizinischen Einsatz flexibler Linsen beschrieben, die die Implantierung in das
menschliche Auge als Ersatz für die natürliche Linse vorsieht. In diesem Fall wird die
30 Linse nicht mit einer Flüssigkeitsfüllung versehen, sondern besteht aus einem
massiven elastischen Kunststoffmaterial. Weiterhin ist auf die Veröffentlichung
„Variable-focus liquid-filled optical lens“ aus Applied Optics, 1. August 1993, Vol. 32,
No. 22, Seite 4181 bis 4186, hinzuweisen, in der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich
der Abbildungseigenschaften flüssigkeitsgefüllter flexibler Linsen dargestellt werden.

 In der FR 26 34 287 wird schließlich ein Objektiv beschrieben, das zwei oder mehr
flüssigkeitsgefüllte Linsen aufweist, deren Oberflächenwölbung durch einen mittels
Schraubenverstellung einstellbaren Dosierkolben für die Flüssigkeit manuell verändert
werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein für industriell Anwendungen geeignetes optoelektronisches Abbildungssystem der eingangs genannten Art anzugeben, das möglichst billig herstellbar ist, ein vergleichsweise geringes Bauvolumen aufweist und eine dem Bedarfsfall angepaßte Abbildungsqualität ermöglicht.

5

Gelöst wird diese Aufgabe für ein gattungsgemäßes Abbildungssystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Durch die Merkmale der Unteransprüche 2 bis 17 ist dieses Abbildungssystem in vorteilhafter Weise weiter ausgestaltbar.

10

Die Erfindung sieht vor, das Objektiv, das die Abbildung auf dem elektronischen Bildsensor in hinreichender Schärfe und im gewünschten Abbildungsmaßstab sicherstellen soll, mit mindestens zwei flexiblen Linsen zu versehen, die im Abstand voneinander entlang der optischen Achse des Objektivs angeordnet sind. Durch Veränderung der Oberflächenwölbung der flexiblen Linsen durch von außen initiierte mechanische Krafteinwirkung (Aktorik) kann die Brennweite der flexiblen Linsen jeweils in der gewünschten Weise verändert werden. Die Verformung erfolgt kontrolliert und ist aufgrund der Flexibilität des Linsenmaterials reversibel. Wegen der Veränderbarkeit der Brennweiten kann die bisher bei konventionellen Objektiven erforderliche Verschiebung von einzelnen Linsen oder Linsengruppen entlang der optischen Achse vollständig entfallen. Das bedeutet, daß der dazu erforderliche gerätetechnische Aufwand sich erübrigt. Die flexiblen Linsen weisen also einen festen axialen Abstand voneinander auf.

25

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung ist darin zu sehen, daß einerseits die Aktorik und andererseits der Bildsensor mit einer elektronischen Datenverarbeitungseinrichtung signaltechnisch verbunden sind, wobei die Programmierung der Datenverarbeitungseinrichtung derart eingerichtet ist, daß die von dem Bildsensor an die Datenverarbeitungseinrichtung gelieferten Signale im Sinne einer Autofokus-Funktion ausgewertet werden: So können etwa unscharfe Kanten und Linien mittels Gradientenbildanalyse (z.B. durch Schwerpunktbestimmung) korrigiert werden. Generell lassen sich aus einer Analyse des Grauwertbildes, insbesondere der Kantenmenge und Kantenschärfe, Stellgrößen für die Objektweitenregelung ableiten, so daß zumindest bei kleinen Veränderungen der Objektweite, auf einfache Weise ein automatisches Einstellen der Bildschärfe (Autofokus) ermöglicht wird. Das

35

erfindungsgemäße Abbildungssystem benötigt somit keine zusätzlich Sensorik (z.B. Infrarot-Sensor) für die Autofokus-Funktion.

5 Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß die elektronische Datenverarbeitungseinrichtung durch entsprechende Stellsignale an die Aktorik die Oberflächenkrümmung und somit die Brennweiten der flexiblen Linsen gezielt so einstellt, daß sich ein gewünschter Abbildungsmaßstab (Zoom-Funktion) ergibt. Dies läßt sich mit relativ geringem Aufwand dadurch realisieren, daß in einem Speicher der Datenverarbeitungseinrichtung für die verschiedenen gewünschten Zoom-Stufen
10 Kombinationen der Einstellwerte für die jeweils erforderlichen Oberflächenkrümmungen der flexiblen Linsen, d.h. für die jeweils an die Aktorik zu gebenden Stellsignale abgelegt werden. Diese Einstellwerte lassen sich durch praktische Versuche und/oder mathematische Simulationen, also in einer einmaligen Aktion ermitteln und einspeichern. Selbstverständlich können die Einstellwerte anstatt
15 als Wertetabellen auch in funktionaler Form im Speicher der Datenverarbeitungseinrichtung abgelegt werden.

Schließlich ist es für das Wesen der vorliegenden Erfindung kennzeichnend, daß das Abbildungssystem insgesamt als kompakte gerätetechnische Einheit aufgebaut ist, die
20 nicht nur das System der flexiblen Linsen und den Bildsensor, sondern auch die elektronische Datenverarbeitungseinrichtung und die Aktorik umfaßt. Dadurch erhält man einen äußerst leistungsfähigen optoelektronischen "Sensor", der aufgrund seiner immanenten Intelligenz (integrierte elektronische Datenverarbeitungseinrichtung) hinreichend gute Bildsignale liefert und lediglich einen kleinen Bruchteil des für eine entsprechende Einrichtung in herkömmlicher Technik erforderlichen Raumbedarfs
25 beansprucht. Die drastische Verringerung des Bauvolumens geht dabei auch mit einer deutlichen Verringerung der Herstellkosten einher. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Datenverarbeitungseinrichtung, die als Mikrocomputer ausgebildet ist, auf einem gemeinsamen elektronischen Chip zusammen mit dem Bildsensor angeordnet wird.
30 Dies ist zweckmäßig sowohl im Hinblick auf möglichst geringe Herstellkosten (Montage), als auch im Hinblick auf die Zuverlässigkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit des erfindungsgemäßen Abbildungssystems.

Besonders vorteilhaft ist es, die Programmierung der elektronischen
35 Datenverarbeitungseinrichtung im Sinne einer elektronischen Bildkorrekturereinheit zu

erweitern. Eine entsprechende Bildkorrektur kann beispielsweise durch sogenannte Pix I perationen Verzerrungen infolge unzulänglicher Einstellung der Oberflächenwölbung der flexiblen Linsen kompensieren oder zumindest minimieren. Mit den an sich bekannten Methoden der elektronischen Bildbearbeitung läßt sich die
5 Bildkorrektureinheit ohne weiteres kalibrieren. So kann diese Korrektereinheit beispielsweise im Falle eines Objektes mit geraden Kanten, die im Bild gekrümmt dargestellt sind, so eingestellt werden, daß die Abbildung unter den gegebenen Bedingungen weitgehend originalgetreue gerade Kanten mit entsprechenden Proportionen aufweist. In den meisten Fällen ist der hierfür zu treibende Aufwand sehr
10 gering, da, wie bereits eingangs festgestellt, die Anforderungen an die Genauigkeit der Abbildungen nicht allzu hoch sind. Da die Art und Weise der Verzerrung im voraus bekannt ist, können entsprechende Korrekturwerte in Abhängigkeit von den Einstellwerten der flexiblen Linsen im Speicher der elektronischen Datenverarbeitungseinrichtung abgelegt werden. Es ist auch möglich, ein scharfes Bild
15 durch Bildaddition zu erzeugen. Dabei wird der Effekt genutzt, daß bei unterschiedlichen Einstellungen der Brennweite der flexiblen Linsen (unter Beibehaltung der Zoom-Stufe des Abbildungssystems) einzelne Bildbereiche abwechselnd scharf oder unscharf sind. Wenn z.B. in einer Einstellung der Zentralbereich, in einer zweiten Einstellung ein um das Zentrum liegender mittlerer
20 Bereich und in einer dritten Einstellung der Randbereich des erzeugten Bildes scharf sind, dann kann durch Addition der jeweils scharfen Bereiche, also aus drei Bildern ein insgesamt hinreichend scharfes Bild von der elektronischen Datenverarbeitungseinrichtung zusammengesetzt werden. Durch die Möglichkeit der elektronischen Bildkorrektur innerhalb des kompakten Abbildungssystems der
25 Erfindung kann ein preiswertes Zoom-Objektiv zur Verfügung gestellt werden, das im Bedarfsfall extreme Weitwinkeleigenschaften (Fischaugen-Objektiv) bei weitgehend r Kompensation der damit zwangsläufig verbundenen Bildverzerrungen bietet, ohne daß ein aufwendiges spezielles Rechnersystem für die Bildnachbearbeitung erforderlich ist.

30 In einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, die elektronische Datenverarbeitungseinrichtung für eine elektronische Helligkeitsregelung zu nutzen. Bei einem z.B. aus zwei flexiblen Linsen mit dazwischen geschalteter fest r Blende bestehendem Abbildungssystem führen unterschiedliche Oberflächenwölbungen der Linsen zu unterschiedlichen eff ktiven Linsenaperturen
35 und somit zu unterschiedlichen Lichtmengen, die auf den Bildsensor treffen. Folglich

ändert sich die Bildhelligkeit entsprechend. Beispielsweise durch Computersimulation eines solchen Zoom-Objektivs ist es möglich, den Zusammenhang zwischen den jeweiligen Einstellwerten der Aktorik (d.h. der jeweiligen Linsenkrümmung) und der Lichtintensität auf dem Bildsensor zu bestimmen. Die daraus ableitbaren
5 Korrekturwerte zur Kompensation derartiger Schwankungen der Bildhelligkeit können in entsprechender Weise wie bei der Korrektur von Bildverzerrungen in Abhängigkeit von den Linseneinstellwerten im Speicher der elektronischen Datenverarbeitungseinrichtung abgelegt werden. Die Korrektur der Bildhelligkeit kann dabei durch eine Veränderung der Belichtungszeit am Bildsensor und durch geeignete
10 Verstärkung der Bildsensorsignale geregelt werden.

Zusätzlich zu den mindestens zwei flexiblen Linsen kann ein erfindungsgemäßes Abbildungssystem auch noch mit einer oder mehreren konventionellen Linsen mit fester Brennweite bestückt werden. Dies kann sinnvoll sein, um den möglichen Bereich
15 der Brennweitenverstellung und/oder den Zoombereich zu vergrößern. Außerdem läßt sich im Bedarfsfall der Grad der Aberration reduzieren.

Grundsätzlich ist es auch möglich, Spiegel mit flexibler Oberfläche, deren Wölbung maschinell kontrolliert einstellbar ist, im Sinne der Erfindung als „flexible Linsen“
20 einzusetzen. Da dabei aber der Bildsensor nicht wie bei einem Objektiv mit lichtdurchlässigen optischen Linsen auf der optischen Achse angeordnet werden kann, sondern seitlich versetzt in den durch Reflexion abgelenkten Strahlengang des Lichtes zu setzen ist, ergeben sich aufgrund des Abbildungsverhaltens von gekrümmten Spiegeloberflächen starke Aberrationen und dadurch z.B. erhebliche Verzerrungen
25 des Abbildes. Bevorzugt im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind daher flexible Linsen, die entweder in dem für den Strahlengang des Lichtes genutzten Teil aus einem einheitlichen flexiblen lichtdurchlässigen Material bestehen oder aber als flüssigkeitsgefüllte Hohlkörper ausgebildet sind, wobei mindestens eine, vorzugsweise beide äußeren Oberflächen durch Membranwände eines lichtdurchlässigen flexiblen
30 Materials gebildet sind. Im Falle flüssigkeitsgefüllter flexibler Linsen kommen für die Füllflüssigkeit insbesondere solche Flüssigkeiten in Frage, die eine geringe Dispersion aufweisen und somit die chromatische Aberration minimieren. Da sich der statische Druck der Füllflüssigkeit auf die Verformung der vergleichsweise dünnen Membranwand auswirkt, sollte das Flüssigkeitsvolumen insgesamt möglichst klein
35 gehalten werden, um unerwünscht und schlecht kontrollierbare Verformungen in

nennenswertem Maß von vornherein auszuschließen. Eine vorteilhafte Ausführungsform der flüssigkeitsgefüllten Linse sieht vor, die Membranwand nicht mit gleichmäßiger Dicke zu versehen, sondern in radialer Richtung von der optischen Achse zur Peripherie der Linse hin unterschiedlich groß zu wählen. Zur Kompensation von Abbildungsfehlern kann es zweckmäßig sein, auf der Oberfläche der flexiblen Linse z.B. diffraktive Strukturen vorzusehen, die in Verbindung mit refraktiven Komponenten zur Reduktion chromatischer Aberrationen führen. Weiterhin könnte der Brechungsindex der Linse radiusabhängig veränderlich gestaltet werden (Gradientenlinse), um monochromatische Aberrationen abzumildern.

Bei flüssigkeitsgefüllten flexiblen Linsen kann die Veränderung der Oberflächenform, also der Wölbung der Linse in an sich bekannter Weise durch Veränderung des Füllvolumens beeinflusst werden. Hierzu sind entsprechende Flüssigkeitsfördereinrichtungen, beispielsweise digital angesteuerte Dosierpumpen vorzusehen. Da für die meisten Anwendungsfälle der Durchmesser der flexiblen Linsen klein gehalten werden kann, sind die zur Verstellung der Brennweite in das Innere der Linse hinein- oder daraus herauszufördernden Flüssigkeitsvolumina sehr klein. Daher kommen hierfür auch mikroaktorische Pumpen (z.B. piezoelektrische Pumpen) in Frage. Man kann auch ein völlig abgeschlossenes Flüssigkeitssystem einsetzen, bei dem lediglich durch äußere Krafteinwirkung gegen die Federkraft der flexiblen Linse durch Verformung das Volumen eines Flüssigkeitsspeichers verändert wird. Als Füllflüssigkeit eignet sich beispielsweise Dimethylsiliconöl.

Im Falle der aus einem massiven einheitlichen flexiblen Material hergestellten flexiblen Linse können die zur Verformung der Linsenoberfläche bei der Einstellung der gewünschten Brennweite erforderlichen mechanischen Kräfte vorteilhaft durch Piezoaktoren aufgebracht werden. Zur Ansteuerung sind diese Aktoren ebenso wie die Flüssigkeitsfördermittel im Falle der flüssigkeitsgefüllten flexiblen Linsen signaltechnisch mit der elektronischen Datenverarbeitungseinrichtung verbunden, die die Brennweitenverstellung kontrolliert vornimmt. Um den Grad der auftretenden Aberration klein zu halten, können eine oder mehrere Blenden in den Strahlengang des erfindungsgemäßen Abbildungssystems eingeschaltet werden. Um eine Verstellbarkeit der Blendenöffnung zu ermöglichen, ohne einen unerwünschten Aufwand für einen mechanischen Verstellmechanismus in Kauf nehmen zu müssen, ist in einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, eine solche Blende in ähnlicher

Form zu konzipieren, wie eine flüssigkeitsgefüllte flexible Linse. Das b deutet, daß die Blende ebenfalls als flüssigkeitsgefüllter Hohlkörper ausgebildet ist, deren Außenoberflächen von lichtdurchlässigen Membranwänden gebildet werden. Anstatt einer lichtdurchlässigen Flüssigkeitsfüllung ist hierbei jedoch eine lichtundurchlässige Flüssigkeitsfüllung vorgesehen. Weiterhin ist der axiale Abstand zwischen den beiden sich gegenüberliegenden Membranwänden vergleichsweise gering. Durch Herausfordern von Flüssigkeit aus dem Hohlraum kommt es infolge des von außen wirkenden Umgebungsdrucks zu einer konkaven Wölbung der beiden Membranwände nach innen und zu einer unmittelbaren Anlage der Membranwände aneinander im Bereich einer Kreisfläche um die optische Achse. Je nach Größe des aus dem Hohlkörper abgezogenen Flüssigkeitsvolumens ist die Kreisfläche, in der sich die Flächenberührung der Membranwände einstellt, unterschiedlich groß. Da im Bereich der Berührungsfläche keine trennende Flüssigkeit mehr vorhanden ist, stellt sich in diesem Bereich die Blendenöffnung ein.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine flexible Linse in unterschiedlichen Verformungsstufen,
- Fig. 2 eine Optik mit zwei flexiblen und einer konventionellen Linse,
- Fig. 3 unterschiedliche Membranformen für flexible Linsen,
- Fig. 4 eine flexible Linse mit einer profilierten und einer gleichmäßig dicken Membranwand,
- Fig. 5 und 6 ein erfindungsgemäßes Abbildungssystem in unterschiedlichen Betriebszuständen,
- Fig. 7 und 8 eine Blende in geschlossenem bzw. geöffnetem Zustand und
- Fig. 9 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Abbildungssystems.

Die in Fig. 1 dargestellte flexible Linse besteht aus einem einheitlichen flexibel verformbaren elastischen Material, das lichtdurchlässig ist und refraktive Eigenschaften aufweist. Grundsätzlich sollte hierfür ein Material (z.B. Polymere) gewählt werden, das neben einer guten Formänderungsfähigkeit eine starke Brechkraft bei möglichst geringer Dispersion aufweist. Außerdem sollten diese Materialeigenschaften möglichst über sehr große Zeiträume erhalten bleiben. Durch von außen an der Peripherie der Linsen aufbrachte Druck- oder Zugkräfte läßt sich

die Oberflächenwölbung einer solchen Linse verändern und damit die Brennweite der Linse auf unterschiedliche Werte einstellen. In der linken Bildhälfte ist die im Querschnitt dargestellte Linse durch radial nach außen wirkende Zugkräfte zu einem relativ flachen Körper auseinandergezogen, während in der rechten Hälfte der Zustand dargestellt ist, daß durch äußere Druckkräfte der Linsenkörper im Durchmesser verkleinert und die Dicke und damit auch die Oberflächenkrümmung vergrößert ist.

In Fig. 2 ist in einem einfachen Ausführungsbeispiel eine Optik für ein erfindungsgemäßes Abbildungssystem wiedergegeben, das zwei flexible Linsen 1 aufweist, die im axialen Abstand voneinander entlang der optischen Achse angeordnet sind. Das Gehäuse, in dem die Linsen untergebracht sind, ist mit dem Bezugszeichen 4 bezeichnet. Zwischen den beiden flexiblen Linsen 1 ist eine konventionelle Glaslinse 2 mit beidseitig konkaver Wölbung angeordnet. Eine solche Linse 2 mit fester Brennweite ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn kleine Linsenaperturen, kleine Änderungen der Linsenbrennwerte und große Objektweiten vorliegen. In vielen Fällen läßt sich durch eine zusätzliche konventionelle Linse die Notwendigkeit einer Umschaltung der flexiblen Linsen 1 vom konkaven in den konvexen Bereich oder umgekehrt vermeiden. Um den Grad der Wölbung der beiden flexiblen Linsen 1 zu beeinflussen, sind im Bereich des Linsenumfangs jeweils Piezoaktoren 3 angeordnet, die in der Darstellung schematisch angedeutet sind.

Zur Herstellung einer flexiblen Linse mit Flüssigkeitsfüllung können Membranwände mit unterschiedlichen Querschnittsformen verwendet werden. Dies kann insbesondere in Zusammenhang mit der Verminderung optischer Aberrationen vorteilhaft sein. In Fig. 3 ist eine Vielzahl unterschiedlich geformter Membranen 5a bis 5e dargestellt. Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem zwei unterschiedliche Membranwände 5e, 5a zum Einsatz kommen. Die Membranwand 5a ist von der einfachsten Art und weist eine gleichmäßig große Dicke über den gesamten Querschnitt auf. Demgegenüber nimmt die Dicke der Membranwand 5e von der optischen Achse aus in radialer Richtung nach außen hin kontinuierlich ab. Außerdem ist die Membranwand im unbelasteten Zustand nicht vollständig eben ausgebildet, sondern weist bereits eine konvexe Krümmung nach außen auf.

Ein Abbildungssystem mit zwei flexiblen flüssigkeitsgefüllten Linsen ist in unterschiedlichen Betriebszuständen in den Fig. 5 und 6 dargestellt. Auf der

Lichteintrittsseite ist das Gehäuse 4, in dem die Optik untergebracht ist, mit einer lichtdurchlässigen starren Scheibe 11 nach außen verschlossen. Im axialen Abstand voneinander sind zwei flexible Linsen angeordnet, die einen von jeweils zwei Membranwänden 5 und im Umfangsbereich durch das Gehäuse 4 eingeschlossenen Hohlraum 6 aufweisen. Durch die Zuleitungen 9 kann eine lichtdurchlässige Flüssigkeit in die beiden Hohlräume 6 eingeleitet bzw. daraus wieder abgezogen werden, so daß beiderseits der Membranwände 5 eine Druckdifferenz besteht. Zwischen den beiden flexiblen Linsen und zu deren linker bzw. rechter Seite ist jeweils ein Hohlraum 7 vorgesehen, der vorzugsweise mit Gas (z.B. Luft) gefüllt ist. Durch Öffnungen 10 im Gehäuse 4 kann in diesen Hohlräumen 7 ein Druckausgleich mit der Umgebung erfolgen. An der rechten Stirnwand des Gehäuses 4 ist ein elektronischer Bildsensor 8 schematisch angedeutet. Im Betriebsfall nehmen die beiden flexiblen Linsen eine gewölbte Außenform an, wie sie exemplarisch in Fig. 6 dargestellt ist. Durch Einfüllung eines zusätzlichen Flüssigkeitsvolumens in die linke flexible Linse wölben sich deren Membranwände 5 nach außen, so daß sich eine konvexe Linsenform ergibt. Die Gasfüllung in den beiden unmittelbar benachbarten Zwischenräumen 7 kann zum Druckausgleich teilweise durch die Öffnungen 10 nach außen gelangen. Im Falle der rechten flexiblen Linse wurde ein Teil des ursprünglich im unbelasteten Zustand vorhandenen Flüssigkeitsvolumens aus dem Innenraum 6 abgezogen. Die Druckdifferenz infolge der Volumenverringerung bewirkt eine konkave Wölbung der beiden zugehörigen Membranwände 5. Anstelle eines einfachen Druckausgleichs in den unmittelbar zu einer flexiblen Linse benachbart angeordneten Zwischenräumen 7 kann auch vorgesehen sein, den Innendruck in diesen Zwischenräumen 7 gezielt zu beeinflussen (Überdruck oder Unterdruck), um die Verformung der jeweiligen Membranwände zu unterstützen. Prinzipiell ist es auch möglich, wenngleich wegen der schwierigeren Dosierbarkeit weniger zweckmäßig, für die Flüssigkeitsfüllung der flexiblen Linsen jeweils nur einen Druckausgleich vorzusehen und das jeweilige Füllvolumen allein durch den in den Zwischenräumen 7 eingestellten Mediendruck zu beeinflussen. Durch Veränderung des Wölbungsgrades der flexiblen Linsen, der durch eine nichtdargestellte elektronische Datenverarbeitungseinrichtung kontrolliert eingestellt wird, lassen sich die Brennweiten der beiden flexiblen Linsen gezielt so einstellen, daß das jeweilige Objekt auf dem Bildsensor 8 scharf dargestellt wird. Außerdem ist es möglich, durch geeignete Brennweitenverstellung den Abbildungsmaßstab auf dem Bildsensor 8 in gewünschter Weise zu verändern. Hierzu bedarf es keinerlei axialer Verschiebungen der beiden Linsen.

Das erfindungsgemäße Abbildungssystem läßt sich weiter dadurch verbessern, daß in den Strahlengang des Lichtes eine Blende mit nach Möglichkeit veränderbarer Blendenöffnung eingeschaltet wird. Ein Ausführungsbeispiel für eine geeignete Blende ist in schematischer Weise in den Fig. 7 und 8 dargestellt worden. Fig. 7 zeigt die Blende in geschlossenem Zustand. Sie ist wiederum in einem Gehäuse 4 untergebracht, das auf den beiden Stirnseiten z.B. mit starren lichtdurchlässigen Abdeckscheiben 11 versehen ist. Die eigentliche Blende besteht in ähnlicher Weise wie eine flüssigkeitsgefüllte flexible Linse aus einem zwischen dem Gehäuse 4 und zwei eng voneinander beabstandeten, lichtdurchlässigen elastischen Membranen 5 eingeschlossenen Hohlraum, der mit einer Flüssigkeit 12 gefüllt ist. Die Flüssigkeit 12 ist lichtundurchlässig. Wenn durch die Flüssigkeitsfördereinrichtung 13 Flüssigkeit aus dem Hohlraum der Blende nach außen abgezogen wird, wölben sich die beiden Membranwände 5 gegeneinander und berühren sich in einer Kreisfläche um die optische Achse infolge des auf die Membranwände 5 einwirkenden Außendrucks. Zur Unterstützung der Verformung kann wie bei den flexiblen Linsen auch gezielt eine Druckerhöhung in den Zwischenräumen 7 vorgenommen werden. Da in der kreisförmigen Berührungsfläche der beiden Membranwände 5 keine lichtundurchlässige Flüssigkeit mehr vorhanden ist, kann in diesem Bereich der Durchtritt von Lichtstrahlen erfolgen. Die Kreisfläche um die optische Achse der Blende stellt somit die Blendenöffnung dar. Je nach Stärke der Verformung der elastischen Membranwände 5 kann die Blendenöffnung auf unterschiedlich große Werte eingestellt werden.

In Fig. 9 ist das erfindungsgemäße Abbildungssystem 16 als Blockschaltbild dargestellt. Das Abbildungssystem 16 besteht aus einem System flexibler Linsen 1 (ggf. mit einer oder mehreren zwischengeschalteten Blenden), dem Bildsensor 8, der elektronischen Datenverarbeitungseinrichtung 14 sowie der Aktorik 15. Das von diesem Abbildungssystem 16 abzubildende Objekt A strahlt, wie durch die flächigen Pfeile angedeutet ist, Licht in das System der flexiblen Linse 1 und durch diese hindurch auf den Bildsensor 8. Die vom Bildsensor erzeugten Bildsignale gehen in die Datenverarbeitungseinrichtung 14 ein und werden in dieser ggf. im Hinblick auf Helligkeit und Verzerrungen (in Echtzeit) korrigiert. Die von dem erfindungsgemäßen Abbildungssystem 16 nach außen z.B. an eine nicht dargestellte Anlagensteuerung abgegebenen Bildsignale sind durch den Pfeil B dargestellt. Die Sollwerte des

Abbildungsmaßstabs, d.h. die jeweils gewünschten Zoom-Stufen, können von außen durch entsprechende Eingabe in die Datenverarbeitungseinrichtung 14 vorgegeben werden (Pfeil x). Entsprechend diesen Vorgaben werden aus einem nicht dargestellten Speicher der Datenverarbeitungseinrichtung 14 die für die Einstellung der flexiblen
5 Linsen 1 benötigten Vorgabewerte ausgelesen und an die Aktorik 15 gegeben. Die Aktorik 15 stellt dann die Linsen 1 in der gewünschten Weise ein.

Ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es, daß zur Veränderung der Brennweiten von optischen Linsen bzw. Linsengruppen keinerlei axiale
10 Abstandsänderungen erforderlich sind und im Falle der Verwendung von Blenden auf übliche mechanische Verstellmechanismen, wie sie aus derameratechnik bekannt sind, verzichtet werden kann. Dadurch ist es möglich, ein Abbildungssystem zu konzipieren, das außerordentlich kompakt aufgebaut ist und daher nur einen geringen Einbauraum erfordert. Im Bedarfsfall ist es ohne weiteres möglich, durch Maßnahmen
15 der elektronischen Bildkorrektur eine Abbildungsgenauigkeit zu erzielen, die industriellen Anwendungen mit gesteigerten Anforderungen in dieser Hinsicht gerecht werden. Der Verzicht auf übliche feinmechanische Antriebe bringt eine wesentliche Einsparung an Herstellkosten mit sich. Dies ermöglicht es beispielsweise, eine Miniaturaufnahmevorrichtung für die digitale Dokumentenarchivierung mit
20 hinreichender Leistungsfähigkeit zu sehr niedrigen Kosten zu entwickeln, wobei eine solche Vorrichtung wegen ihres kleinen Bauvolumens z.B. in die Konstruktion einer Schreibtischlampe integriert werden könnte.

Patentanspruch

1. Optoelektronisches Abbildungssystem für industrielle Anwendungen mit
mindestens zwei voneinander beabstandeten optischen Linsen (1, 2) und einem
elektronischen Bildsensor (8), wobei die Abbildungsschärfe auf dem Bildsensor
(8) und der Abbildungsmaßstab (Zoom) durch eine Steuereinheit maschinell
einstellbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
- daß die mindestens zwei Linsen als flexible Linsen (1), deren
Oberflächenwölbung durch von außen initiierte Krafteinwirkung (Aktorik 15)
kontrolliert und reversibel veränderbar ist, ausgebildet und in Richtung der
optischen Achse zueinander unverschieblich angeordnet sind,
 - daß der Bildsensor (8) signaltechnisch mit einer
Datenverarbeitungseinrichtung (14) verbunden ist, die ihrerseits
signaltechnisch mit der Aktorik (15) der flexiblen Linsen (1) verbunden ist
und Signale für eine Autofokus-Funktion liefert,
 - daß die Datenverarbeitungseinrichtung (14) eine Speichereinrichtung
aufweist, in der Werte für die Einstellung der Aktorik (15) zur Veränderung
der Brennweiten der flexiblen Linsen (1) im Sinne der Zoom-Funktion
hinterlegt sind, und
 - daß die flexiblen Linsen (1) zusammen mit der Aktorik (15), dem Bildsensor
(8) und der Datenverarbeitungseinrichtung (14) eine kompakte
gerätetechnische Einheit (16) bilden.
2. Abbildungssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Datenverarbeitungseinrichtung (14) und der Bildsensor (8) auf einem
gemeinsamen elektronischen Chip angeordnet sind.
3. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Datenverarbeitungseinrichtung (14) im Sinne einer Bildkorrektureinheit
zur Kompensation von optischen Abbildungsfehlern, insbesondere von
Verzerrungen infolge unzulänglicher Einstellung der Oberflächenwölbung der
flexiblen Linsen (1), programmiert ist.

4. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Programmierung der Datenverarbeitungseinrichtung (14) darauf
5 eingerichtet ist, die Bildhelligkeit des vom Bildsensor (8) aufgenommenen Bildes
in Abhängigkeit von den jeweiligen Werten der Einstellung der Aktorik (15) (d.h.
von der Oberflächenwölbung der flexiblen Linsen (1)) zu regeln.
5. Abbildungssystem nach Anspruch 4,
10 dadurch gekennzeichnet,
daß die Helligkeitsregelung durch Beeinflussung der Belichtungszeit und der
Verstärkung der vom Bildsensor (8) gelieferten Signale erfolgt.
6. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß die flexiblen Linsen (1) in dem für den Strahlengang des Lichtes genutzten
Teil aus einem einheitlichen flexiblen, lichtdurchlässigen Material gebildet sind.
7. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß die flexiblen Linsen als flüssigkeitsgefüllte Hohlkörper (6) ausgebildet sind,
wobei mindestens eine der im Strahlengang liegenden äußeren Oberflächen der
Linse jeweils als flexible Membranwand (5, 5a bis 5e) aus einem
lichtdurchlässigen flexiblen Material gebildet ist.
8. Abbildungssystem nach Anspruch 7,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß beide äußeren Oberflächen der flexiblen Linse als flexible Membranwand (5,
5a bis 5e) ausgebildet sind.
9. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 8,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß die Flüssigkeit im Inneren des Hohlkörpers (6) eine geringe Dispersion
aufweist.

10. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Innenvolumen des Hohlkörpers (6) zur engen Begrenzung des
hydrostatischen Drucks der Flüssigkeit klein ist.
- 5
11. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Dicke der Membranwände (5, 5a - 5e) von der optischen Achse zur
Peripherie der Linse hin unterschiedlich groß ist.
- 10
12. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Kompensation von Aberrationen diffraktive Strukturen auf den
Oberflächen der flexiblen Linsen angeordnet sind.
- 15
13. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Aktorik (15) zur Veränderung der Oberflächenwölbung der flexiblen
Linse (1) durch Piezoaktoren (3) gebildet ist, die peripher an der flexiblen Linse
angeordnet sind, veränderbar ist.
- 20
14. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Oberflächenwölbung der flexiblen Linse durch Beeinflussung des
Füllvolumens des Hohlkörpers (6) mittels der als Flüssigkeitsfördereinrichtung
(13) ausgebildeten Aktorik (15) veränderbar ist.
- 25
15. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens eine konventionelle Linse (2) in unveränderlichem axialen
Abstand von den flexiblen Linsen in den Strahlengang des Lichtes eingeschaltet
ist.
- 30

16. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Strahlengang des Lichtes mindestens eine Blende eingeschaltet ist.
- 5 17. Abbildungssystem nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Blende aus einem Hohlkörper besteht, der zwischen zwei flexiblen, eng
beabstandeten, lichtdurchlässigen Membranwänden (5) gebildet und mit einer
lichtundurchlässigen Flüssigkeit (12) gefüllt ist, wobei durch Veränderung des
10 Differenzdrucks zwischen der Außenoberfläche der Membranwände und dem
Inneren des Hohlkörpers die sich gegenüberliegenden Membranwände in Form
einer Kreisfläche mit einem gewünschten Durchmesser zur unmittelbaren Anlage
aneinander bringbar sind.

Fig.1

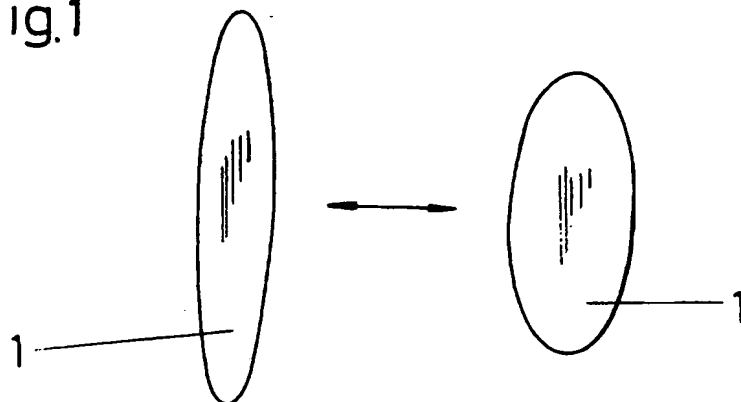


Fig.2

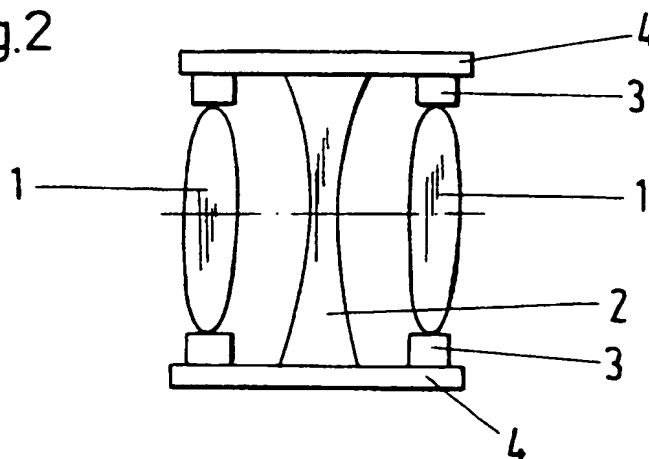


Fig.3

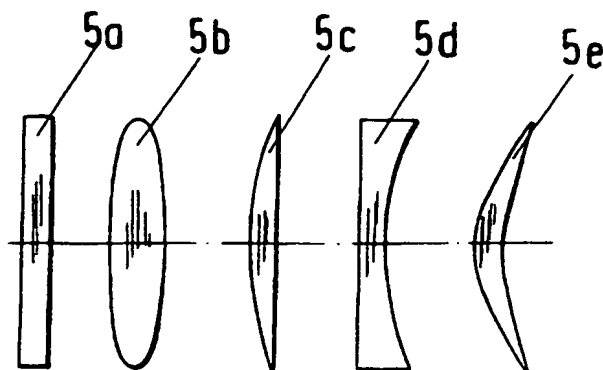


Fig.4

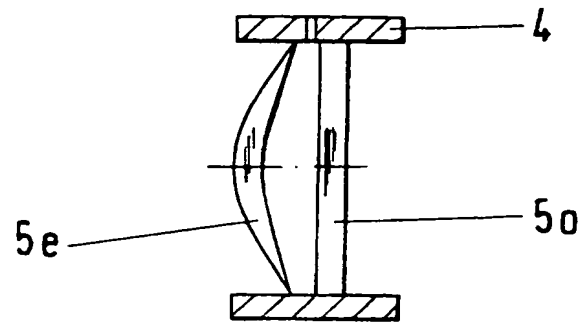


Fig.5

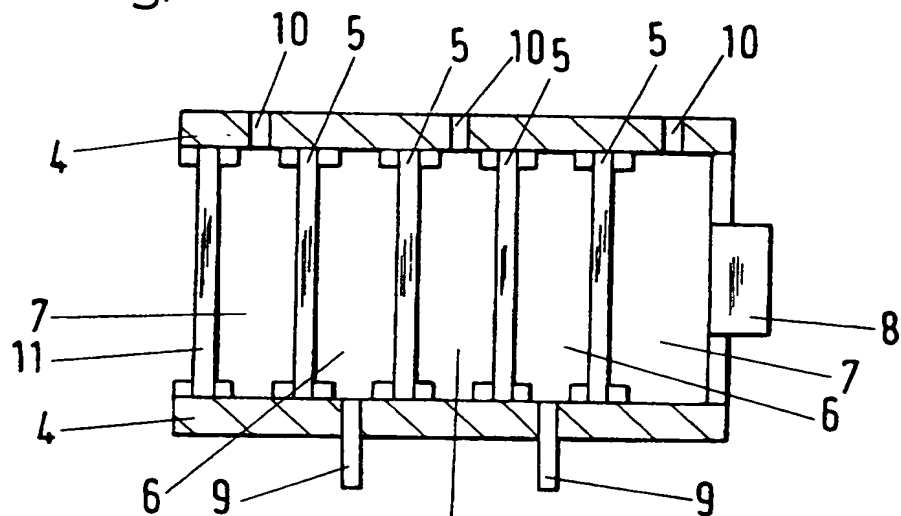


Fig.6

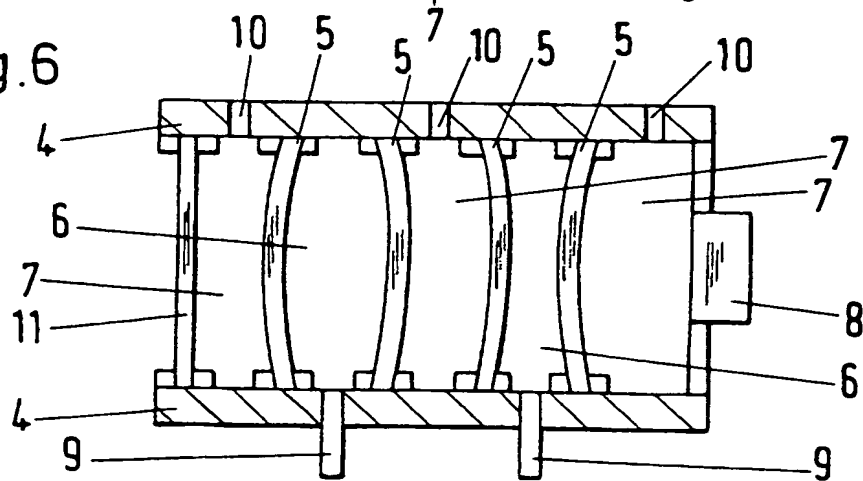


Fig.7

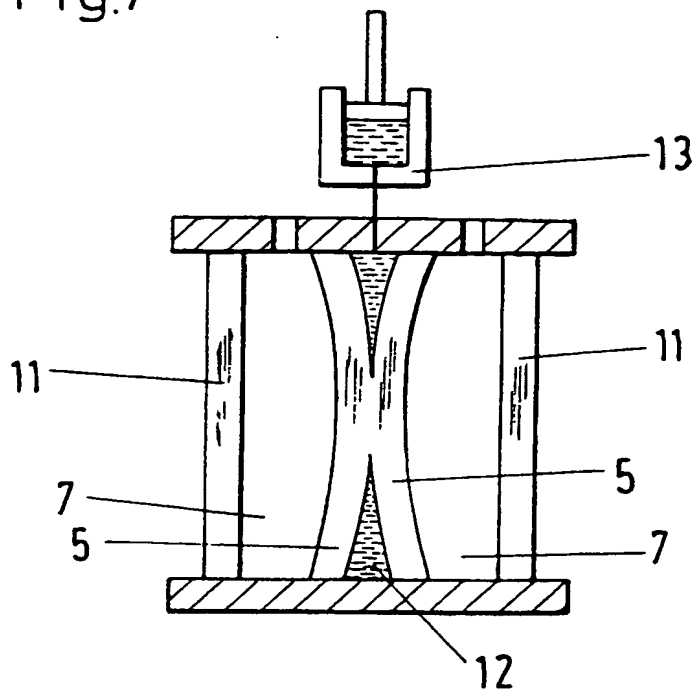


Fig.8

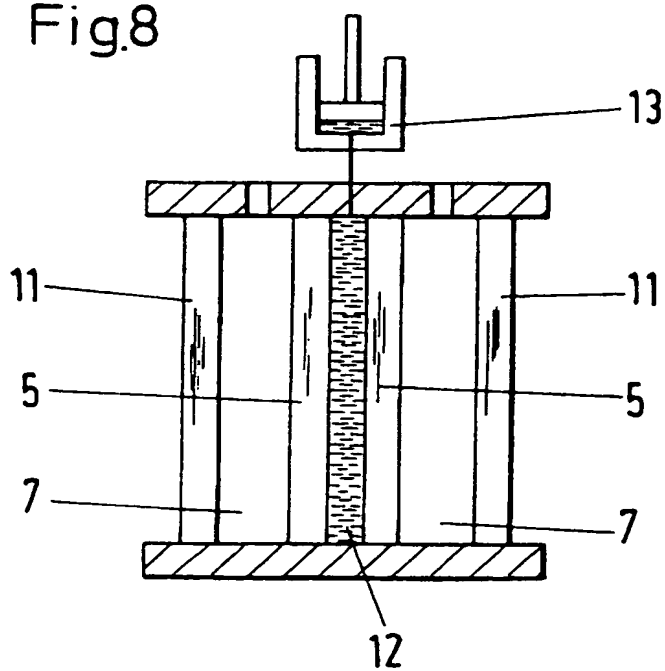
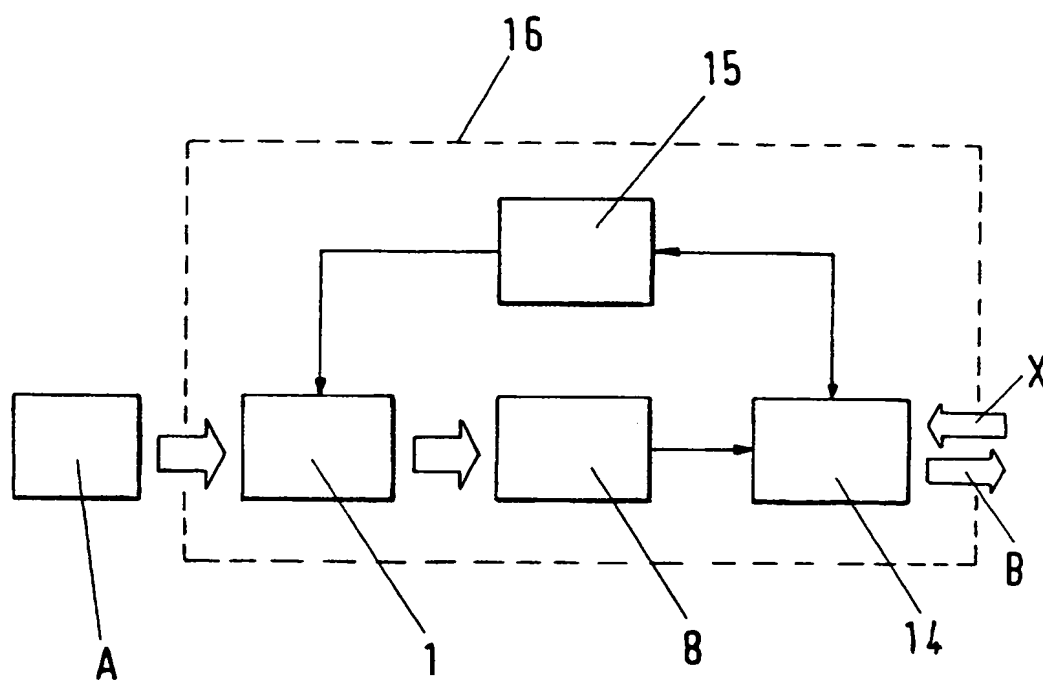


Fig.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 97/00681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁶ : G 02 B 3/14, G 02 B 26/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁶ : G 02 B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, A, 4 802 746 (BABA et al.) 07 February 1989 (07.02.89), Column 2, Lines 22-35; Fig. 2,6,9-13; Column 9, Line 35 - Column 14, line 2.	1,3-7, 13-16
A	--	8
Y	US, A, 4 407 567 (MICHELET et al.) 04 October 1983 (04.10.83), Column 1, Lines 6-51; Fig.3,7; Column 5, Lines 34-41.	1,3-7, 13-16
A	DE, A, 3 630 700 (SIEMENS AG) 17 March 1988 (17.03.88), whole document	1,6-9; 14,16
	--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 1997 (16.07.97)

Date of mailing of the international search report

08 August 1997 (08.08.97)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 97/00681

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US, A 4 989 958 (HAMADA et al.) 05 February 1991 (05.02.91) Column 1, Lines 9-15; Column 1, Line 63- Column 2, Line 28; Fig. 1-3; Column 4, Line 22 - Column 5, Line 48.</p> <p>--</p>	1,4,6, 15
A	<p>EP, A, 0 273 568 (XEROX CORP.) 06 July 1988 (06.07.88); Abstract; Fig.1.</p> <p>----</p>	1,6,15

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

G 02 B 3/14, G 02 B 26/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

D. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)

G 02 B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US, A, 4 802 746 (BABA et al.) 07 February 1989 (07.02.89), Spalte 2, Zeilen 22-35; Fig. 2,6,9-13; Spalte 9, Zeile 35 - Spalte 14, Zeile 2.	1,3-7, 13-16
A	--	8
Y	US, A, 4 407 567 (MICHELET et al.) 04 October 1983 (04.10.83), Spalte 1, Zeilen 6-51; Fig. 3,7; Spalte 5, Zeilen 34-41.	1,3-7, 13-16
A	DE, A, 3 630 700 (SIEMENS AG) 17 März 1988 (17.03.88), ganzes Dokument.	1,6-9, 14,16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☐ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- * A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- * L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- * O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

* X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

* Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* &* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche
16 Juli 1997Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
- 8. 08. 97

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

GRONAU e.h.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US, A, 4 989 958 (HAMADA et al.) 05 February 1991 (05.02.91), Spalte 1, Zeilen 9-15; Spalte 1, Zeile 63 - Spalte 2, Zeile 28; Fig. 1-3; Spalte 4, Zeile 22 - Spalte 5, Zeile 48.</p>	1, 4, 6, 15
A	<p>EP, A, 0 273 568 (XEROX CORP.) 06 Juli 1988 (06.07.88), Zusammenfassung; Fig. 1.</p>	1, 6, 15